UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS CURITIBA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA - DAELT
Amplificadores Operacionais e Semicondutores – ELT74E
Prof.ª Elisabete Nakoneczny Moraes

ZENER, USO DATASHEET E EXERCÍCIOS

AOS03- OPERAÇÃO DIODO ZENER, USO DATASHEET E REALIZAÇÃO EXERCÍCIOS

Curitiba, 9 de outubro de 2024.

AGENDA

1. Revisão
2. Diodo ZENER
3. Uso DataSheet
4. Exercícios

Sugestão visualização:

06-Circuitos com diodos: abordagens de solução: https://youtu.be/ZFae8LM9bWg
06.1-Circuitos com diodos: solução pelo modelo elétrico: https://youtu.be/jz0CMuNWNfA

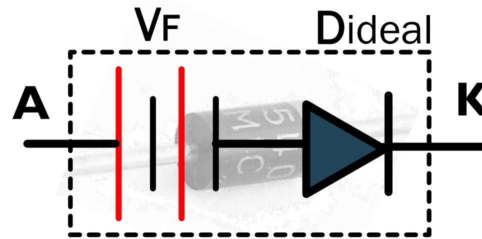
Revisão: modelo elétrico

IDEAL =1ª aprox.



V_F= 0 V

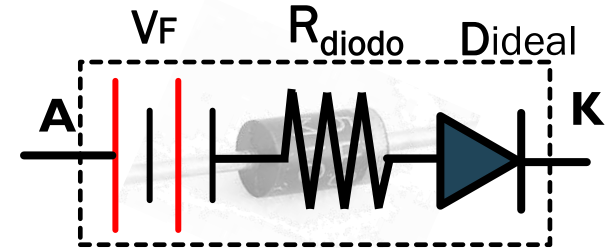
SIMPLIFICADO = 2ª aprox.



V_F Si = 0,7 V

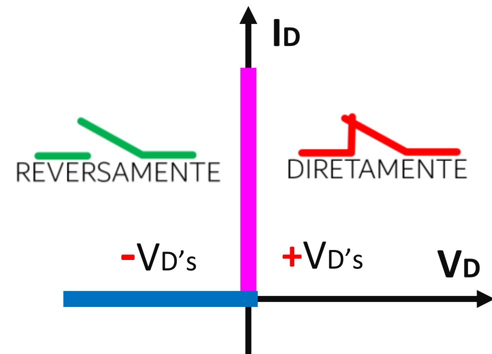
V_F Ge = 0,3 V

LINEAR = 3ª aprox.

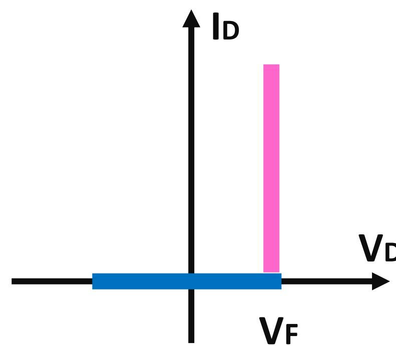


V_F Si = 0,7 V

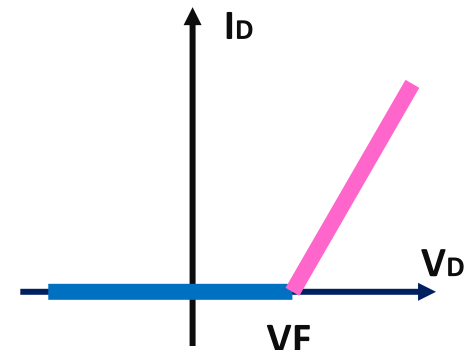
V_F Ge = 0,3 V



$I_D = f(V_{Dideal})$



$I_D = f(V_{Dsimplificado})$



$I_D = f(V_{Dlinear})$

Revisão: níveis de resistência do diodo

A resistência do diodo é dependente da *natureza* da fonte de tensão.

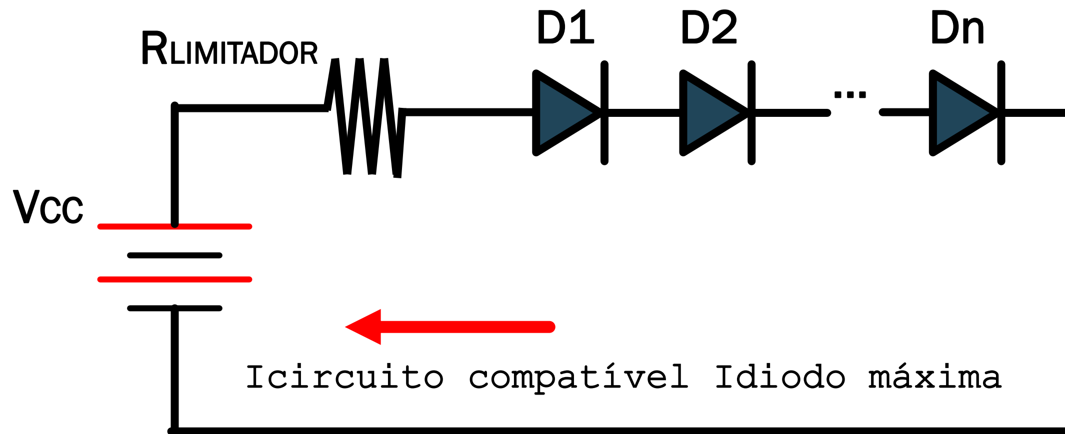
Resistência	*Natureza* da fonte	Equação
DC ou Está-tica (R_{DC})	Fonte CC (DC) V_D 9v	$R_{DC} = \frac{V_D}{I_D}$
Resistência AC ou Dinâmica (r_D)	Fonte CC + Fonte AC Vd(t) V_D $v_{in}(t)$ V_{CC} Lithium Cell CR2450 3V	$r_D = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} = \frac{26m}{I_D}$
Resistência AC média (r_{av})	Fonte CA (AC) Vd(t)	$r_{av} = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d}\Big]\, pt\ a\ pt$

Revisão: análise de diodos em série

- Circuitos contendo diodos em série, tensões da camada de depleção (V_F's) somarão.

$$V_{FDtotal} = V_{FD1} + V_{FD2} + \ldots + V_{FDn}$$

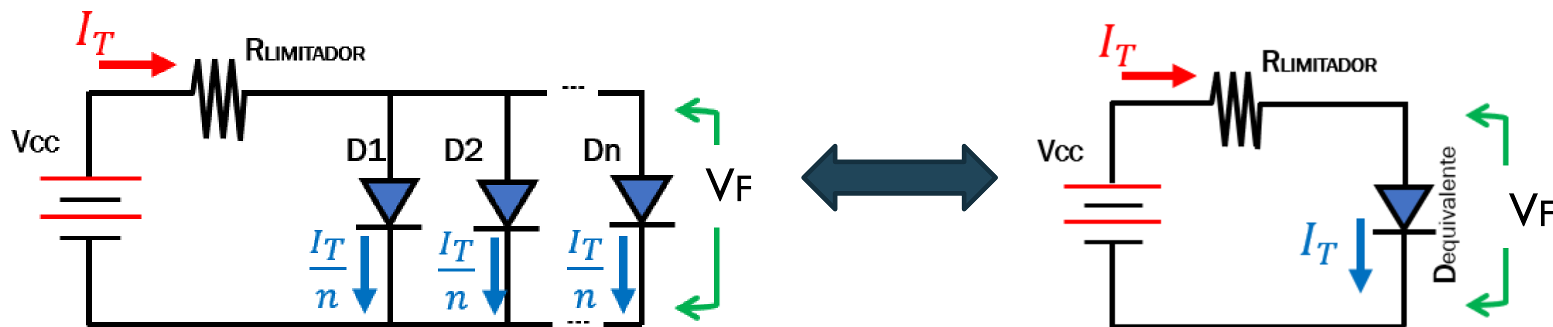
Considerando V_{F_Si} = 0,7 V e V_{F_Ge} = 0,3 V



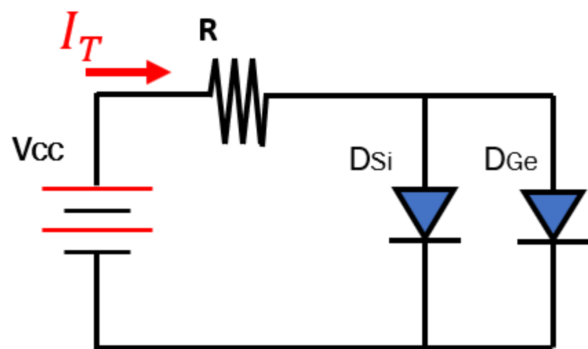
- Deve-se observar que a corrente máxima dos diodos em série devem ser compatíveis com a corrente do circuito.

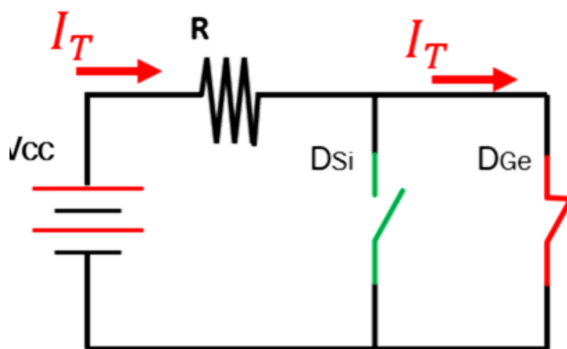
Por exemplo: se forem usados 1N60 (Ge, Imax=50 mA) e 1N4007 (Si, Imax=1A), a corrente do circuito NÃO deve exceder 50 mA.

Revisão: análise de diodos em paralelo



Diodos de materiais diferentes em paralelo, somente o diodo de menor VF é o que irá conduzir em polarização direta.





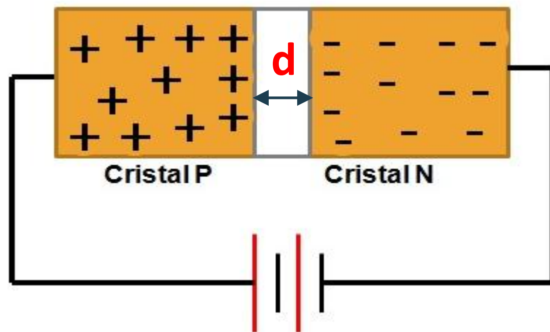
Revisão: efeitos capacitivos de derivação da junção:

Altas frequências e e/ou eletrônica de potência

A camada de depleção é modelada como um capacitor:
placas = cristal P e N e
dielétrico=camada de depleção (região desprovida portadores móveis de eletricidade)

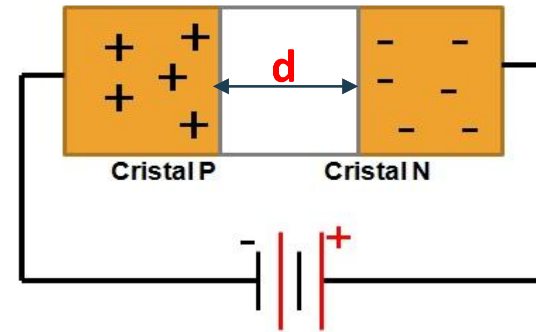
$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \quad \uparrow f \Rightarrow X_C \to 0 \quad \downarrow f \Rightarrow X_C \to \infty$$

Capacitância de difusão

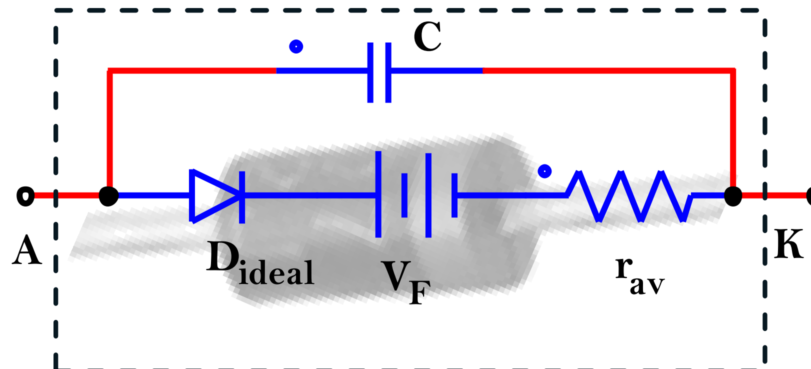


$$C = \frac{\varepsilon A}{d}$$

Capacitância de transição



Modelo elétrico considerando os efeitos capacitivos de derivação



Diodo ZENER

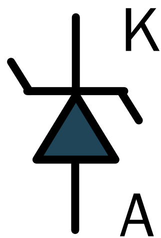
Dispositivo de estado sólido que foi projetado e fabricado para operar em tensões reversas, na região de ruptura onde ocorrem os efeitos **Zener e Avalanche**.
Pode ser operado em tensões diretas e, nessa situação seu comportamento será semelhante ao do diodo semicondutor.

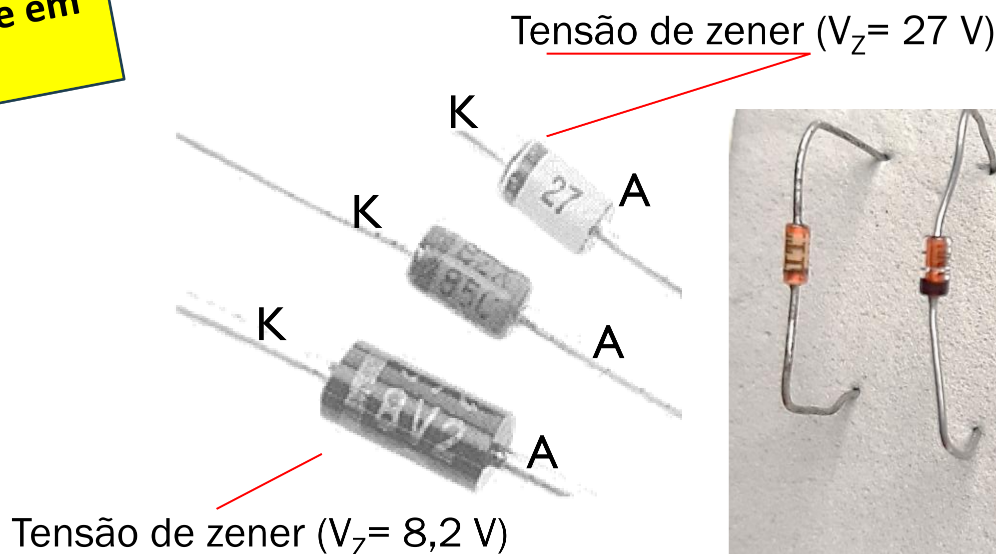
Sua construção difere pelo nível de dopagem e área da junção.

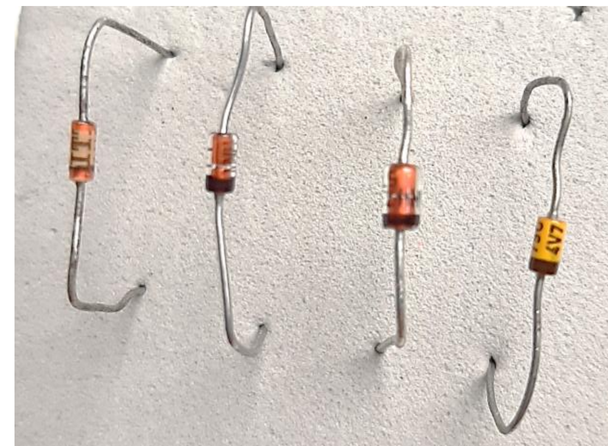
- ✓**Fortemente dopado** o que torna a tensão de ruptura (Vz) bem menor que nos diodos convencionais. A V_F do zener é superior a V_F do diodo semicondutor!
- ✓A área da junção é aumentada o que facilita a dissipação da potência.

Principal uso do ZENER ocorre em polarização reversa

Símbolo

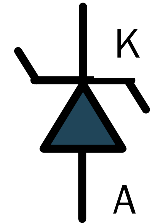






Diodo ZENER

Efeito de zener:
Ao polarizar um diodo zener com uma tensão reversa igual a Vz há o **rompimento das ligações covalentes** no semicondutor, esse efeito se chama ruptura zener e **depende** do **grau de dopagem** do material semicondutor.



Efeito de avalanche:
Com o aumento da tensão reversa sobre o diodo, ocorre um **aumento da velocidade das cargas elétricas** (energia cinética) no semicondutor.

Esse aumento de velocidade faz com que os choques dos elétrons livres contra a rede cristalina produza energia suficiente para libertar elétrons da camada de valência (ionização).

O elétron que foi libertado também é acelerado, colide com a rede cristalina, libertando outros elétrons, isso dá origem a uma reação em cadeia conhecida com efeito avalanche.

A localização da região Zener pode ser controlada pelo nível de dopagem.
O aumento da dopagem (↑ impurezas)➔ diminui o potencial Zener.
Boylestad, p. 25

Curva característica do diodo ZENER

Polarização Inversa

Polarização Direta

I_d

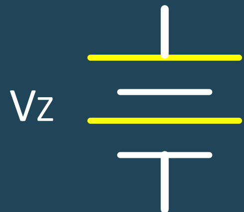
Operação semelhante ao do diodo semicondutor

Região de ruptura

Região de saturação

Corrente Direta

Operação como regulador → semelhante a uma fonte tensão constante.



Tensão de corte: iminência da condução

Vc

$-V_z$

Is

V_j

V_d

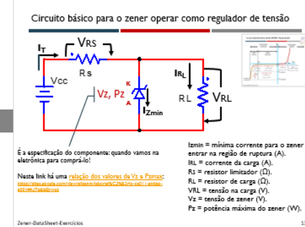
Iz min

Izmax

Corrente de avalanche

Corrente de avalanche

Curva característica diodo ZENER “despoluída”



Polarização REVERSA

I_{D_Z}

Polarização DIRETA

Região ruptura

Região saturação

V_Z

V_F

V_{D_Z}

I_S

DIODO NÃO CONDUZ

Chave eletrônica aberta

DIODO NÃO CONDUZ

Chave eletrônica aberta

DIODO NÃO CONDUZ

Chave eletrônica aberta

DIODO CONDUZ

Chave eletrônica fechada

I_z mínima

+ V_Z

-

DIODO NÃO CONDUZ

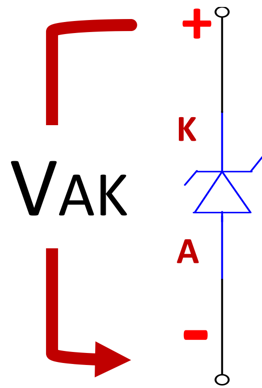
Chave eletrônica aberta

Corrente de avalanche

I_z máxima

Resumo das condições de operação do zener

✓ Polarização Reversa/ Inversa



1) Se a tensão de operação VAK estiver entre 0 e Vz .

$$0 < V_{AK} < V_Z$$

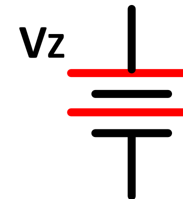
Funciona como uma chave eletrônica aberta.

É nesta condição que o zener apresenta a maioria da aplicações em eletrônica

REGULADOR DE TENSÃO

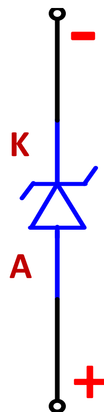
2) Se a tensão de operação VAK for maior que a tensão de zener ou de ruptura (Vz).

$$V_{AK} > V_Z$$



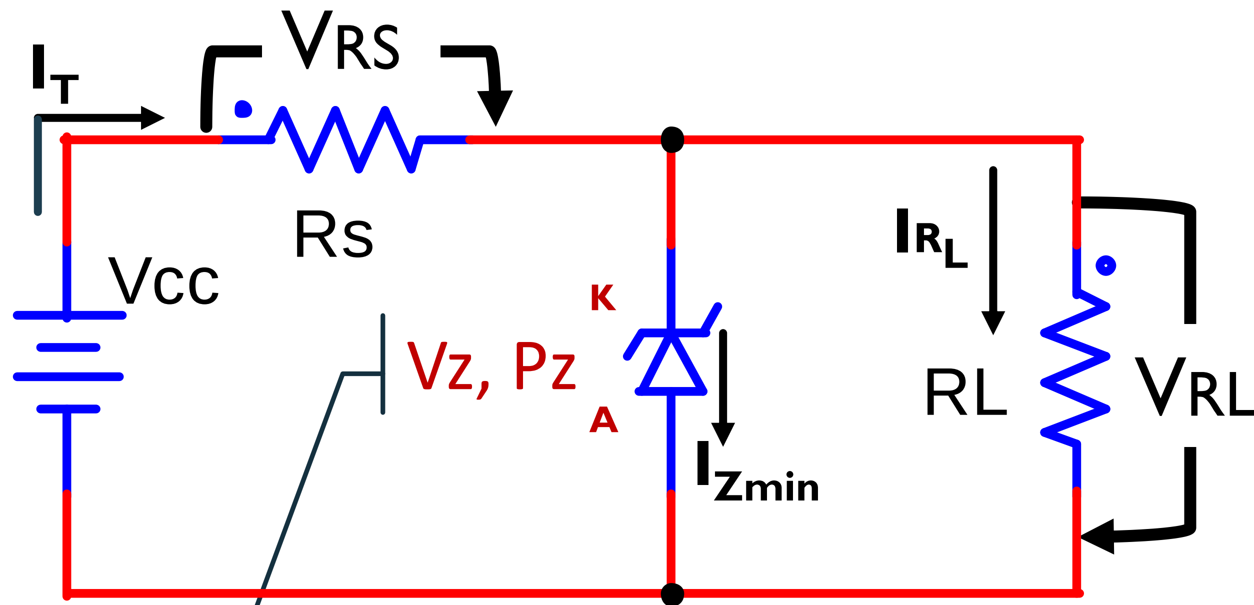
Funciona como uma fonte de tensão de módulo Vz.

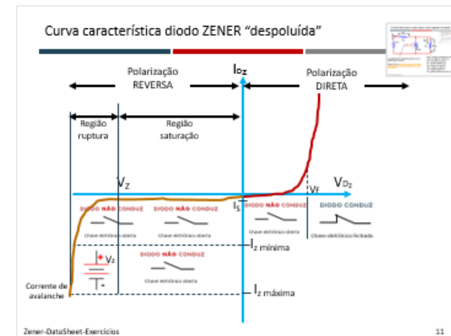
✓Polarização Direta



Funcionamento semelhante ao do diodo semicondutor.

Circuito básico para o zener operar como regulador de tensão





É a especificação do componente: quando vamos na eletrônica para comprá-lo!

Neste link há uma relação dos valores de Vz e Pzmax: https://sites.google.com/view/elisanm/laborat%C3%B3rio-ca011-antigo-a001#h.l7q6ld8ywut

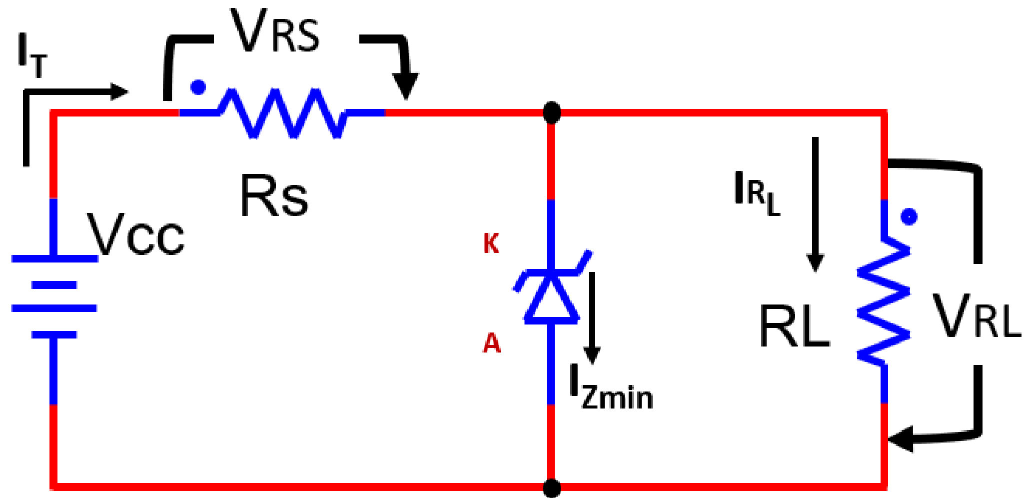
I_{Zmin} = mínima corrente para o zener entrar na região de ruptura (A).
I_{RL} = corrente da carga (A).
R_S = resistor limitador (Ω).
R_L = resistor de carga (Ω).
V_{RL} = tensão na carga (V).
V_Z = tensão de zener (V).
P_Z = potência máxima do zener (W).

Condições para o zener operar como regulador de tensão

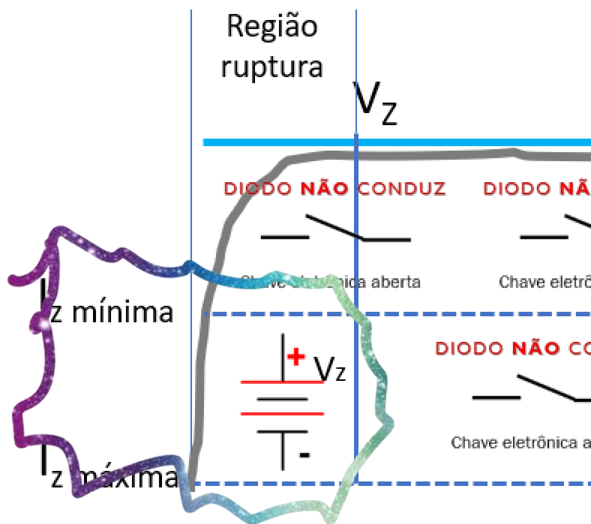
1) **Polarização reversa**

2) $$\boldsymbol{V_{CC} > V_{RS} + V_{RL}}$$

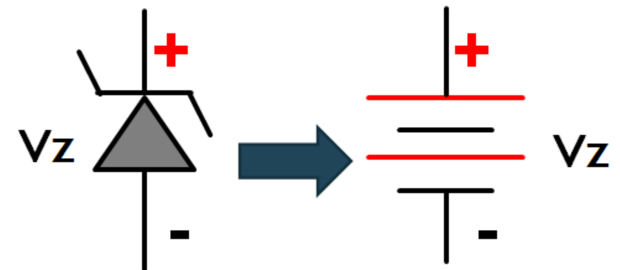
$\boldsymbol{mas\ V_{RL} = V_Z}$ em //



3) A corrente que circula no zener deve ter valor um valor mínimo=I_{Zmin} para colocar o zener da região de ruptura.

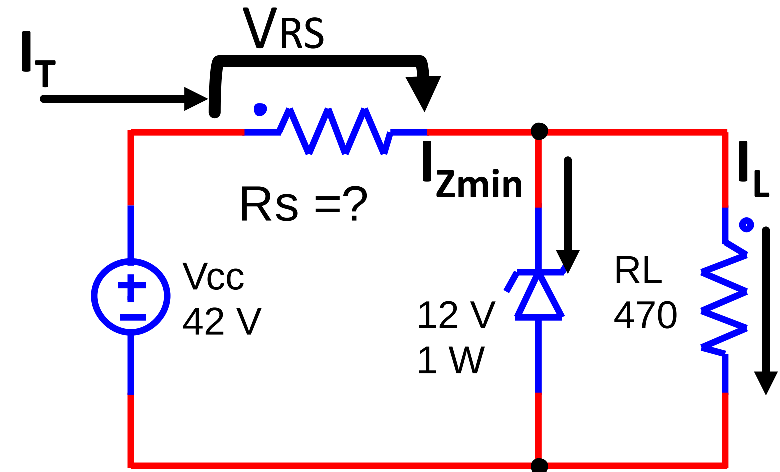


Condições satisfeitas o diodo zener comporta-se como :



Exemplo 1: cálculo de RS (Rlimitador, absorvedor)

Determine o valor e a potência do resistor limitador comercial para um circuito regulador de 12 V onde a fonte é de 42 V e a carga é de 470 Ω. Admitir zener de 1 W.



Memorial de cálculo

1- Determinar a corrente da carga (I_L)

2- Calcular a corrente mínima do zener (I_{Zmin}).
Regra prática➔ 10% da Izener_máxima= I_{Zmin}

2.a – $I_{Zmax} = P_Z/V_Z$

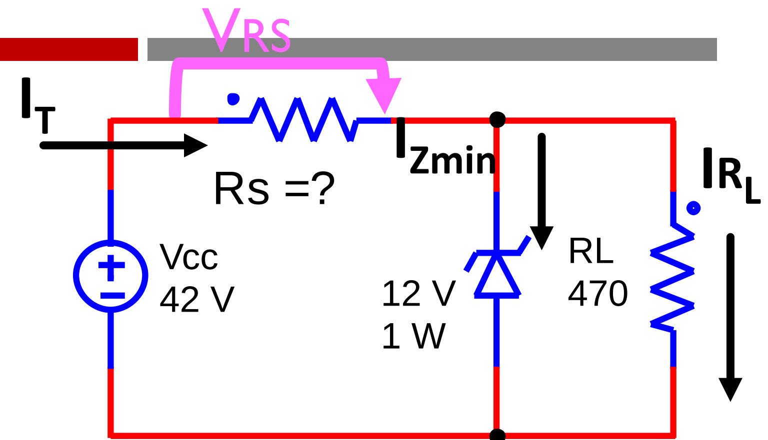
2.b – $I_{Zmin} = 0{,}1(I_{Zmax})$

3- Determinar a corrente total do circuito:
$I_T = I_L + I_{Zmin}$

4- Calcular a tensão a ser absorvida pelo resistor (V_{RS}).

5- Calcular o valor do R_S e escolher o valor comercial inferior mais próximo ao calculado.

Exemplo 1: cálculo de RS e PRS (**Rlimitador, absorvedor)**



1- Determinar a corrente da carga

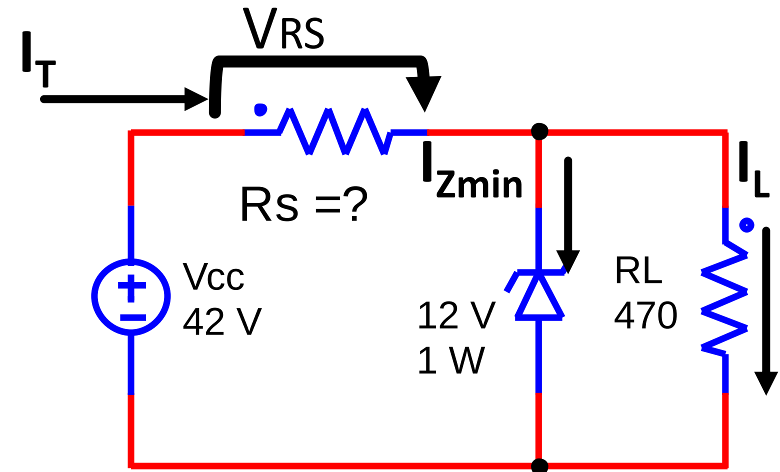
2- Calcular a corrente mínima de operação do zener.10% da Imáx

3- Determinar a corrente total do circuito:

$I_T = I_L + I_{Zmin}$

Exemplo1: cálculo de RS (Rlimitador, absorvedor)

4- Calcular a tensão a ser absorvida pelo resistor.



5- Calcular o valor do RS e escolher o valor comercial inferior mais próximo ao calculado.

Resposta:

≈885 Ω → Valor calculado

P ≈ 1 W

820 Ω → Valor comercial

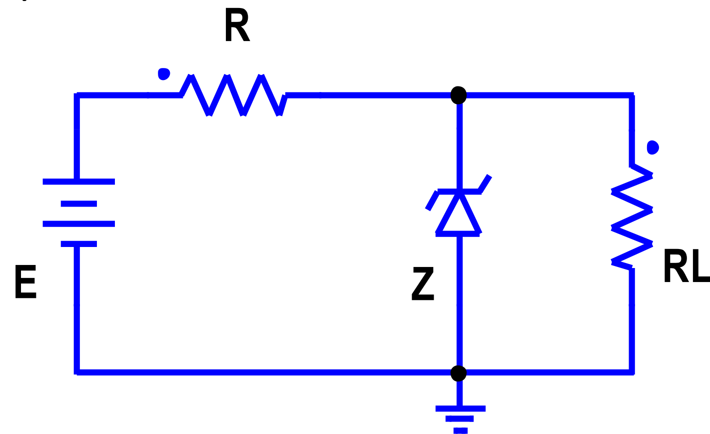
910 Ω → Valor comercial

Exercício 2: determinar a corrente na carga

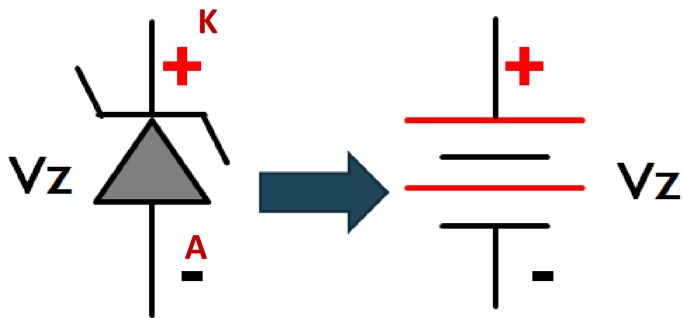
Dados: E = 16 V, R= 1k Ω   RL= 1k2 Ω   Z= 10 V/ 30 mW



Antes de plicar os conhecimentos aprendidos em e circuitos elétricos/eletricidade devemos saber como que o componente se comporta para a situação.



HÁ A NECESSIDADE DE NOS CERTIFICARMOS DE QUE O ZENER OPERA COMO UM REGULADOR DE TENSÃO ➔ Polarização reversa e VAK > Vz



Equivalente de TH ➔1º- Retire o elemento de estudo 2º - calcule a tensão que fica nos terminais "A" e "B"

Se $V_{AB} > V_Z$ ➔ ok Zener ≈ Fonte V_Z

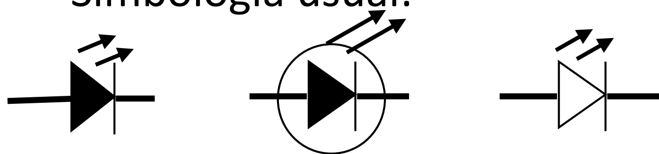
Se $V_{AB} < V_Z$ ➔ nok Zener =

Diodo emissor de luz (*light emitting diode* (LED))

Dispositivo **optoeletrônico** cuja estrutura cristalina é formada por material como fosfeto de gálio (GaP) em que a energia devido a recombinação ocorre na geração de maior quantidade de fótons.

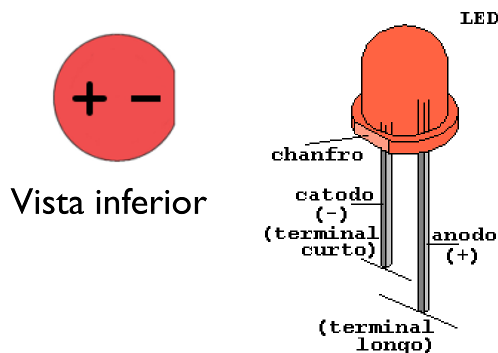
O fato do LED ser construído com material diferente do Si e Ge, irá resultar em diferentes valores de tensão da camada de depleção.

Simbologia usual:



Dispositivo para a sinalização, com as vantagens:

- Alta confiabilidade,
- Reduzido tamanho,
- Elevada vida útil,
- Frequência de chaveamento,
- Representam grande economia de energia.

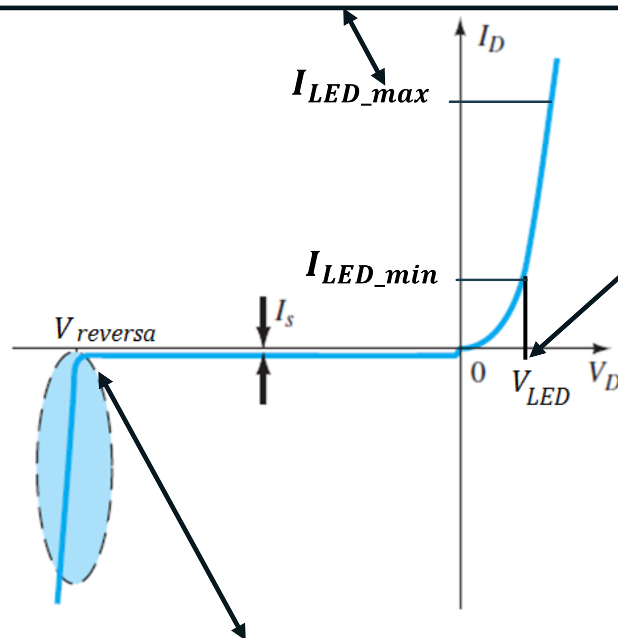
difuso ou cristalino:	**alto brilho (*high power*)**:
	
$V_F = V_{LED}$ *vermelho = 1,6 V* *verde= 2 a 2,4 V* *amarelo =2,4 V*	$V_F = V_{LED}$ *acima de 3 V:*
I_{LED} *5 mA ≤ Iled ≤ 50 mA*	I_{LED} *Iled > 30 mA*

Parâmetros limitadores



CORRENTE MÁXIMA DIRETA **→** é responsável pela luminosidade máxima que se pode obter do componente. Representa a maior corrente que o LED pode suportar, sem queimar, quando diretamente polarizado. A grande maioria dos LED'S encontráveis no varejo, apresenta uma corrente máxima direta entre 40 e 50 mA.

Adota-se como valor padrão-teórico para I_{LED}=20 mA



TENSÃO DIRETA **→** é a tensão que deve ser aplicada ao LED, em polarização direta. Esse parâmetro **V_{LED}** é a tensão da camada de depleção. A grande maioria dos LED'S existentes no varejo especializado, apresenta uma tensão direta que depende de suas características, principalmente da sua cor. Por exemplo:

vermelho = 1,6 V
verde= 2 a 2,4 V
amarelo =2,4 V

Adota-se como valor padrão-teórico para V_{LED}=2 V

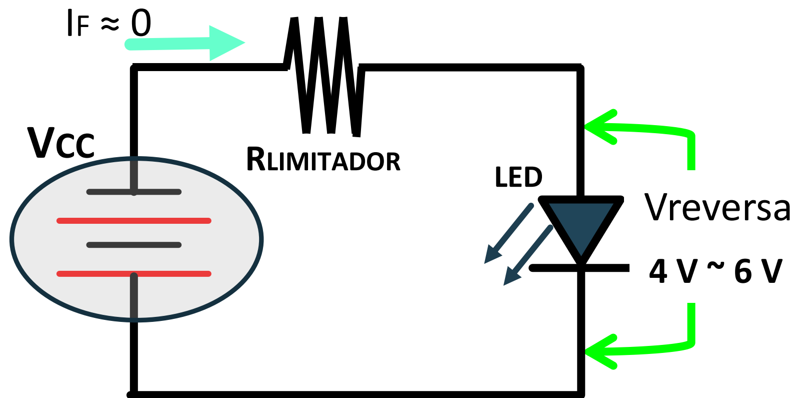
TENSÃO MÁXIMA REVERSA **→** é a tensão que o LED suporta, quando inversamente polarizado. Este valor para os leds comerciais fica na faixa de 4 a 6 V.

Se tensão máxima reversa for ultrapassada, o LED queimará.

Parâmetros limitadores: como respeitá-los

POLARIZAÇÃO INVERSA

A máxima tensão reversa não deve exceder 4 – 6 V



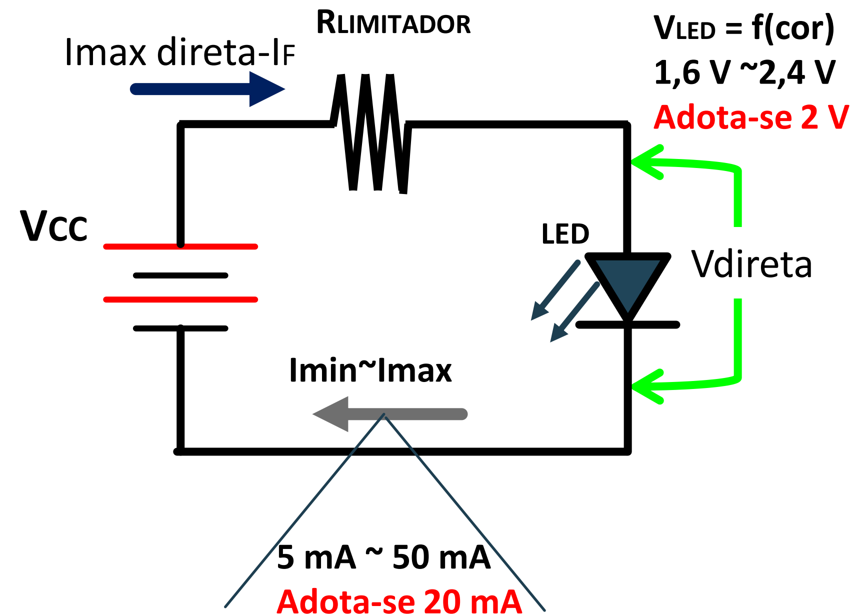
Se tensão máxima reversa for ultrapassada, o LED queimará.

POLARIZAÇÃO DIRETA

São 2 parâmetros:

*difuso: Vled que adota-se = 2 V e Iled = 20 mA independentemente da cor do led

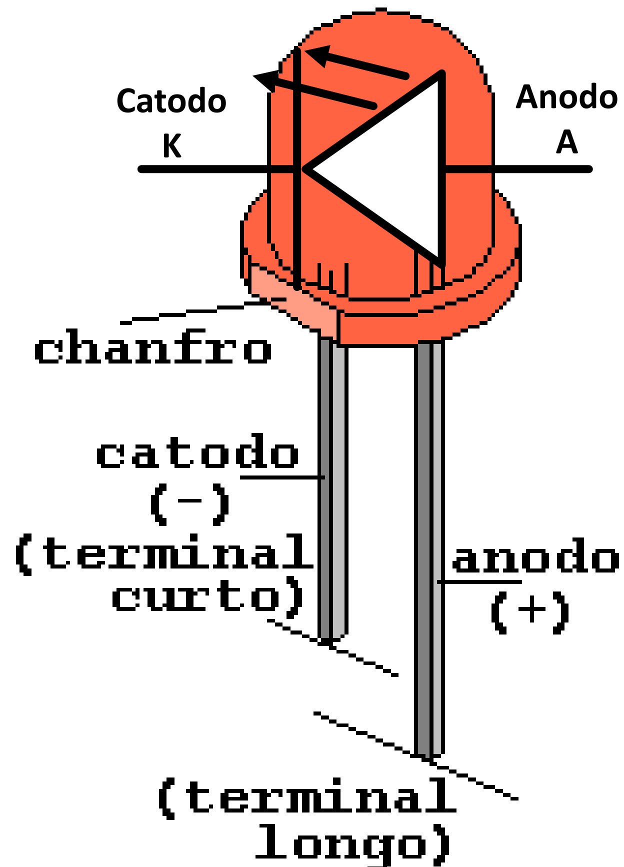
* alto brilho: Vled= 3 V e Iled = 30 mA.



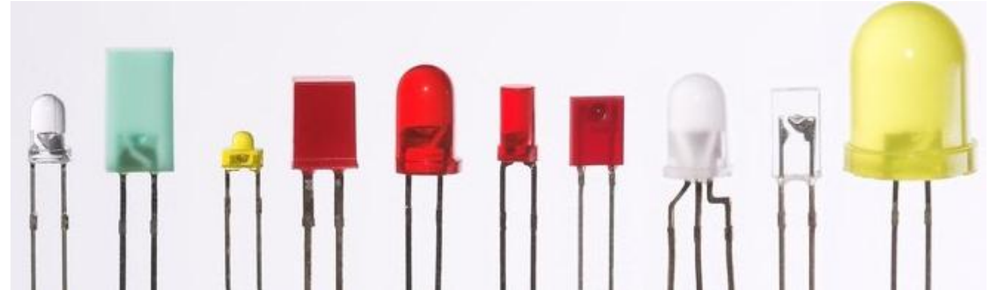
$$\Rightarrow R_{limitador} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{LED}}$$

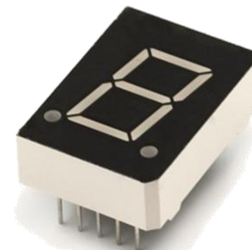
Encapsulamento

A identificação dos terminais do led:
chanfro ➔ catodo-K
terminal comprido ➔ anodo-A

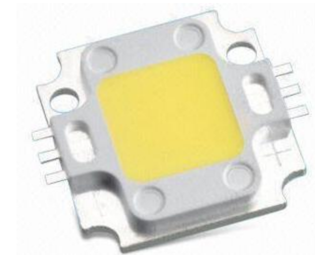


LED difuso (cristalino)



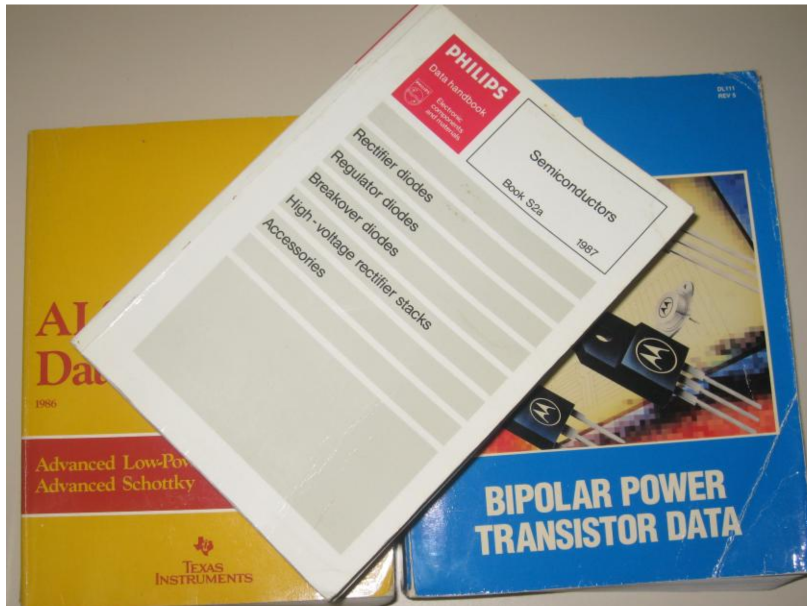


Display de 7 segmentos



Alto brilho SMD
SMD = surface mounted device

Datasheet ou folha de especificações



FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

1N4001 - 1N4007

Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.



DO-41
COLOR BAND DENOTES CATHODE

General Purpose Rectifiers (Glass Passivated)

Absolute Maximum Ratings* T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current, .375 " lead length @ T_A = 75°C	1.0							A
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
T_{stg}	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

Electrical Characteristics T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_F	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
I_{rr}	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle T_A = 75°C	30							µA
I_R	Reverse Current @ rated V_R T_A = 25°C T_A = 100°C	5.0 500							µA µA
C_T	Total Capacitance V_R = 4.0 V, f = 1.0 MHz	15							pF

Principais parâmetros

Os valores informados são para uma dada condição de operação, podendo ser informada após o símbolo @. Exemplo $V_F max$ = 750 mV @ 25 ºC

- Tensão direta-V_F
- Corrente direta-I_F
- Corrente de saturação reversa-I_R
- Tensão reversa nominal-TPI, TPR,PIV, TBR
- Nível máximo de dissipação de potência
- Níveis de capacitância
- Tempo de recuperação reverso-t_{rr}
- Faixa de operação de temperatura



Explicação dos parâmetros dos datasheets:

- https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-AN20012_01_Bipolar_Technical_Information-ApplicationNotes-v01_00-EN.pdf?fileId=db3a304412b407950112b40ec42b126a
- https://www.electricalclassroom.com/diode-ratings-diode-datasheet/
- https://www.digikey.com.br/pt/maker/blogs/practical-considerations-in-reading-a-diode-datasheet

Referencial teórico: Boylestad, 6ª ed, cap 1, item 1.9

DataSheet: diodo semicondutor



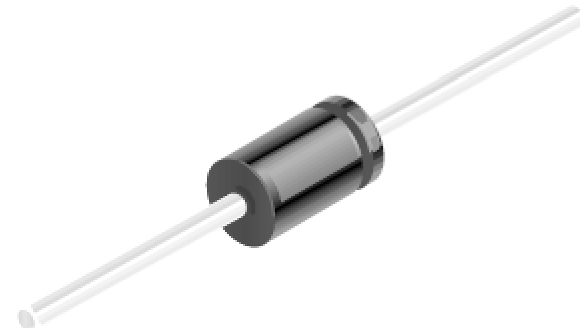
https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/174530/FAIRCHILD/1N4007.html



1N4001 - 1N4007

Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.



DO-41
COLOR BAND DENOTES CATHODE

General Purpose Rectifiers (Glass Passivated)

Datasheet diodo Fairchild

Absolute Maximum Ratings*

T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current, .375 " lead length @ T_A = 75°C	1.0							A
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
T_{stg}	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

Electrical Characteristics

T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_F	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
I_{rr}	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle T_A = 75°C	30							µA
I_R	Reverse Current @ rated V_R T_A = 25°C T_A = 100°C	5.0 500							µA µA
C_T	Total Capacitance V_R = 4.0 V, f = 1.0 MHz	15							pF

Datasheet diodo Fairchild

Typical Characteristics

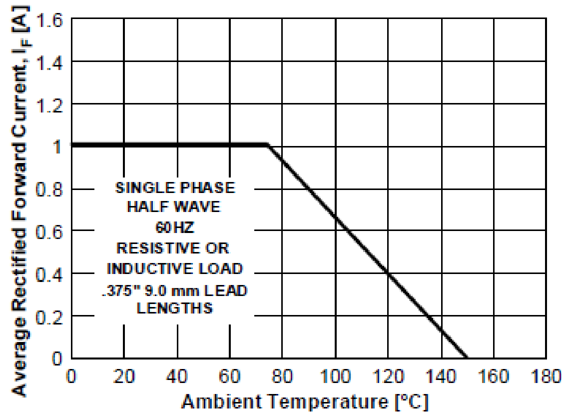


Figure 1. Forward Current Derating Curve

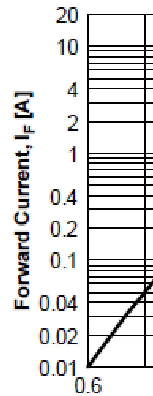


Figure 2. Fc

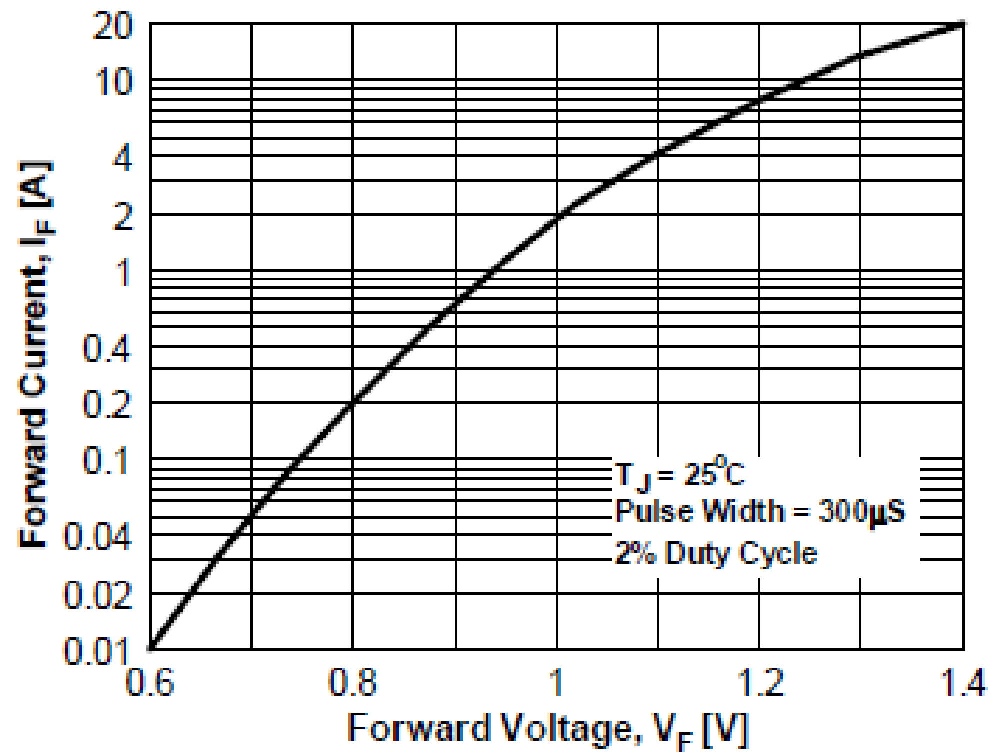


Figure 2. Forward Voltage Characteristics

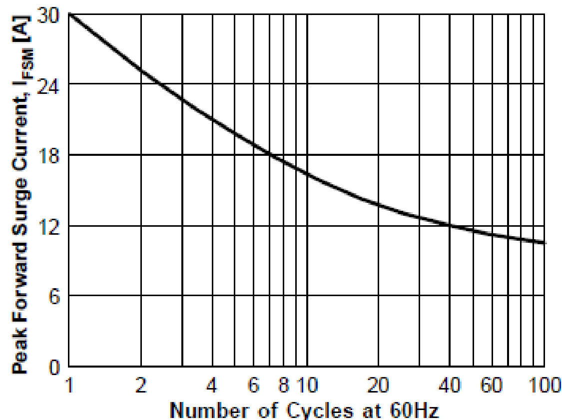


Figure 3. Non-Repetitive Surge Current

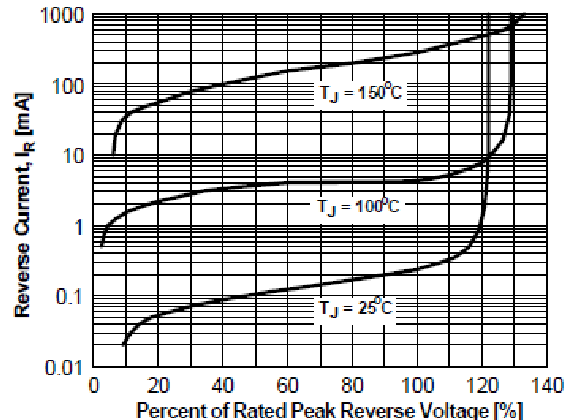


Figure 4. Reverse Current vs Reverse Voltage

DataSheet: diodo semicondutor



https://www.rectron.com/data_sheets/1n4001-1n4007.pdf



1N4001
THRU
1N4007

SILICON RECTIFIER

VOLTAGE RANGE 50 to 1000 Volts CURRENT 1.0 Ampere

FEATURES
* Low cost
* Low leakage
* Low forward voltage drop
* High current capability

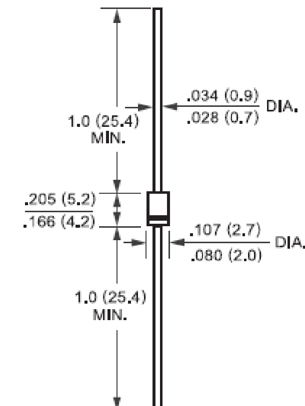
MECHANICAL DATA
* Case: Molded plastic
* Epoxy: UL 94V-O rate flame retardant
* Lead: MIL-STD-202E method 208C guaranteed
* Mounting position: Any
* Weight: 0.33 gram

MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Ratings at 25 °C ambient temperature unless otherwise specified.
Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.



DO-41



Dimensions in inches and (millimeters)

Datasheet diodo Rectron

MAXIMUM RATINGS (At TA = 25°C unless otherwise noted)

RATINGS	SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	V_{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum RMS Voltage	V_{RMS}	35	70	140	280	420	560	700	Volts
Maximum DC Blocking Voltage	V_{DC}	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum Average Forward Rectified Current at TA = 75°C	I_O	1.0							Amps
Peak Forward Surge Current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC method)	I_{FSM}	30							Amps
Typical Junction Capacitance (Note)	C_J	15							pF
Typical Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	50							°C/W
Operating and Storage Temperature Range	T_J, T_{STG}	-65 to + 175							°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (At TA = 25°C unless otherwise noted)

CHARACTERISTICS		SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNITS
Maximum Instantaneous Forward Voltage at 1.0A DC		V_F	1.1							Volts
Maximum DC Reverse Current at Rated DC Blocking Voltage	@TA = 25°C	I_R	5.0							uAmps
	@TA = 100°C		50							
Maximum Full Load Reverse Current Average, Full Cycle .375" (9.5mm) lead length at TL = 75°C			30							uAmps

NOTES : Measured at 1 MHz and applied reverse voltage of 4.0 volts

1998-8

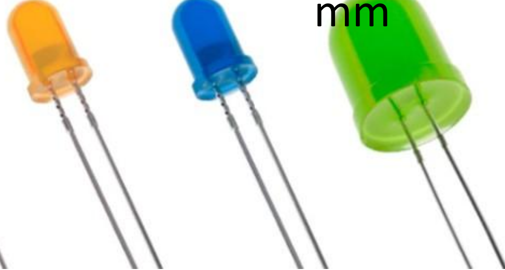
Escolha deve ser feita para o pior caso – *worst case*

Datasheet LED

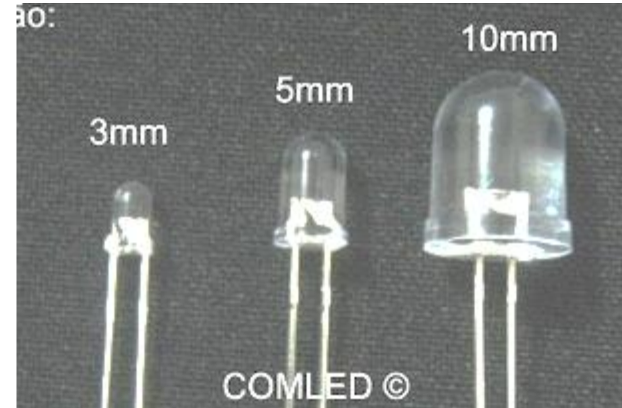
Difuso

3 mm 5 mm 10 mm





Alto brilho



Créditos:
https://www.wiltronics.com.au/wpcontent/uploads/images/components/diffused-leds.jpg

https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_15746-MLB20108837605_062014-O.jpg







Datasheet LED

Electrical & Optical Characteristics:

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Luminous Intensity	Iv	If = 20mA	45	100		mcd
Forward Voltage	Vf	If = 20mA		1.8	2.2	V
Peak Wavelength	λp	If = 20mA		660		nm
Dominant Wavelength	λd	If = 20mA		643		nm
Reverse (Leakage) Current	Ir	Vr = 5V			100	μA
Viewing Angle	2 θ ½	If = 20mA		35		deg
Spectrum Line Halfwidth	Δλ	If = 20mA		20		nm

Notes: 1. The data is tested by IS tester.
2. Customer's special requirements are also welcome.

- ✓ Fabricante determina condições de teste e apresenta no datasheet.
- ✓ Organizações se reúnem para estabelecer as condições de teste de modo a padronizar e permitir comparativos!

http://www.farnell.com/datasheets/1626756.pdf

Datasheet Zener

Link para lista com valores de tensão de zener e potência.

Zener 1N4732 4,7 V 1 W

VISHAY.

www.vishay.com

1N4728A to 1N4764A

Vishay Semiconductors

Zener Diodes



FEATURES

- Silicon planar power Zener diodes
- For use in stabilizing and clipping circuits with high power rating
- Standard Zener voltage tolerance is ± 5 %
- AEC-Q101 qualified
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912





RoHS COMPLIANT

HALOGEN FREE

DESIGN SUPPORT TOOLS AVAILABLE



3D Models

APPLICATIONS

- Voltage stabilization

PRIMARY CHARACTERISTICS		
PARAMETER	VALUE	UNIT
V_Z range nom.	3.3 to 100	V
Test current I_{ZT}	2.5 to 76	mA
V_Z specification	Thermal equilibrium	
Circuit configuration	Single	

ORDERING INFORMATION			
DEVICE NAME	ORDERING CODE	TAPED UNITS PER REEL	MINIMUM ORDER QUANTITY
1N4728A to 1N4764A	1N4728A to 1N4764A -series-TR	5000 per 13" reel	25 000/box
1N4728A to 1N4764A	1N4728A to 1N4764A-series-TAP	5000 per ammopack (52 mm tape)	25 000/box

Datasheet Zener

PACKAGE				
PACKAGE NAME	**WEIGHT**	**MOLDING COMPOUND FLAMMABILITY RATING**	**MOISTURE SENSITIVITY LEVEL**	**SOLDERING CONDITIONS**
DO-41 (DO-204AL)	310 mg	UL 94 V-0	MSL level 1 (according J-STD-020)	Peak temperature max. 260 °C

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)				
PARAMETER	**TEST CONDITION**	**SYMBOL**	**VALUE**	**UNIT**
Power dissipation	Valid provided that leads at a distance of 4 mm from case are kept at ambient temperature	P_{tot}	1300	mW
Zener current		I_Z	P_V/V_Z	mA
Thermal resistance junction to ambient air	Valid provided that leads at a distance of 4 mm from case are kept at ambient temperature	R_{thJA}	110	K/W
Junction temperature		T_j	175	°C
Storage temperature range		T_{stg}	-65 to +175	°C
Forward voltage (max.)	I_F = 200 mA	V_F	1.2	V

Datasheet Zener

1N4732



www.vishay.com

1N4728A to 1N4764A

Vishay Semiconductors

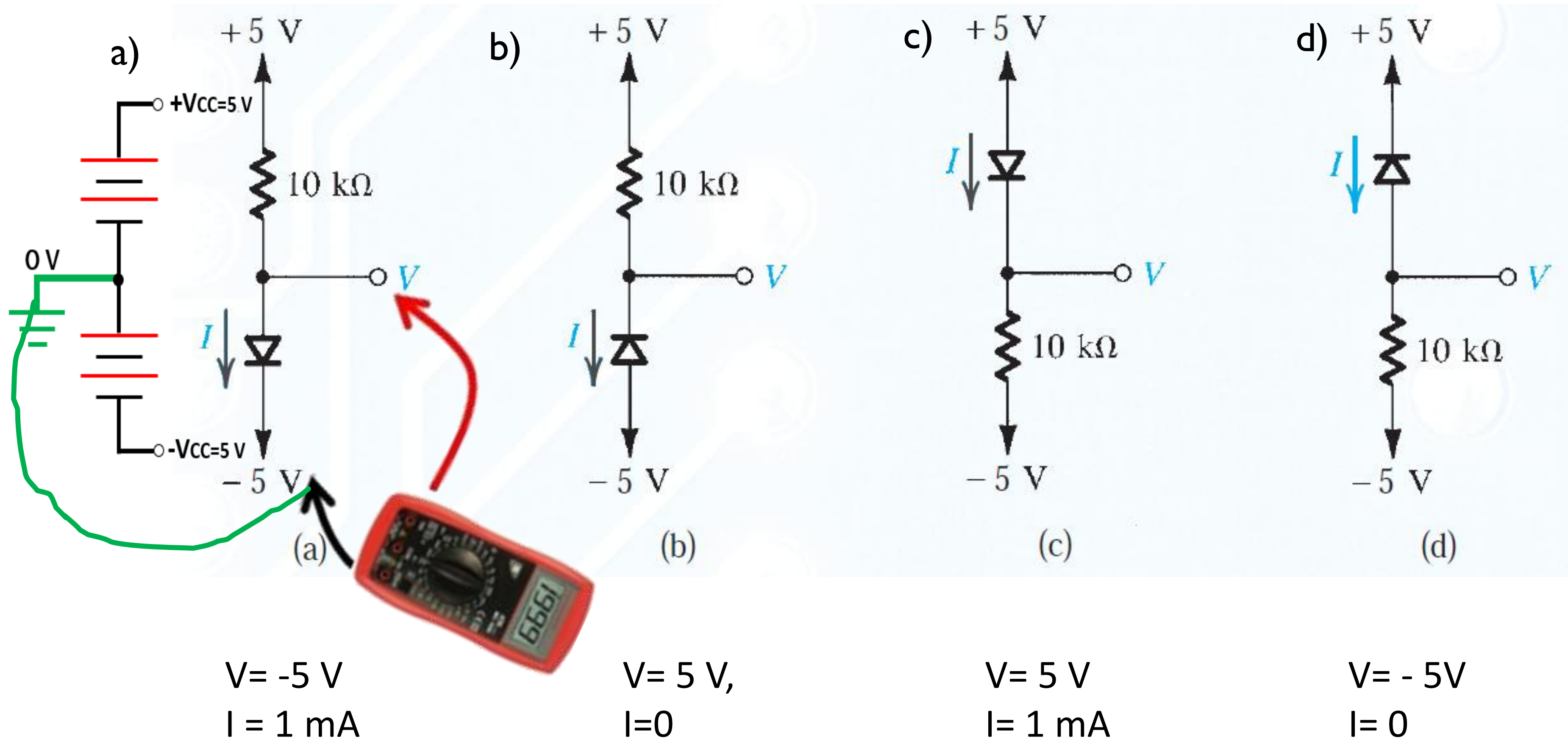
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)

PART NUMBER	ZENER VOLTAGE RANGE (1)	TEST CURRENT		REVERSE LEAKAGE CURRENT		DYNAMIC RESISTANCE f = 1 kHz		SURGE CURRENT (3)	REGULATOR CURRENT (2)
	V_Z at I_{ZT1}	I_{ZT1}	I_{ZT2}	I_R at V_R		Z_{ZT} at I_{ZT1}	Z_{ZK} at I_{ZT2}	I_R	I_{ZM}
	V	mA	mA	µA	V	Ω		mA	mA
	NOM.			MAX.		TYP.	MAX.		MAX.
1N4728A	3.3	76	1	100	1	10	400	1380	276
1N4729A	3.6	69	1	100	1	10	400	1260	252
1N4730A	3.9	64	1	50	1	9	400	1190	234
1N4731A	4.3	58	1	10	1	9	400	1070	217
1N4732A	4.7	53	1	10	1	8	500	970	193
1N4733A	5.1	49	1	10	1	7	550	890	178
1N4734A	5.6	45	1	10	2	5	600	810	162
1N4735A	6.2	41	1	10	3	2	700	730	146
1N4736A	6.8	37	1	10	4	3.5	700	660	133
1N4740A	10	25	0.25	10	7.6	7	700	454	91
1N4741A	11	23	0.25	5	8.4	8	700	414	83
1N4742A	12	21	0.25	5	9.1	9	700	380	76
1N4743A	13	19	0.25	5	9.9	10	700	344	69
1N4744A	15	17	0.25	5	11.4	14	700	304	61
1N4745A	16	15.5	0.25	5	12.2	16	700	285	57
1N4746A	18	14	0.25	5	13.7	20	750	250	50
1N4747A	20	12.5	0.25	5	15.2	22	750	225	45
1N4748A	22	11.5	0.25	5	16.7	23	750	205	41
1N4749A	24	10.5	0.25	5	18.2	25	750	190	38
1N4750A	27	9.5	0.25	5	20.6	35	750	170	34
1N4751A	30	8.5	0.25	5	22.8	40	1000	150	30
1N4752A	33	7.5	0.25	5	25.1	45	1000	135	27

1N4732A	4.7	53	1	10	1	8	500	970	193

Exercício 01=Exercício 08 da aula AOS02

Para os circuitos abaixo, admitindo diodos IDEAIS para calcular a tensão “V” e corrente “I” para a condição:



V= -5 V
I = 1 mA

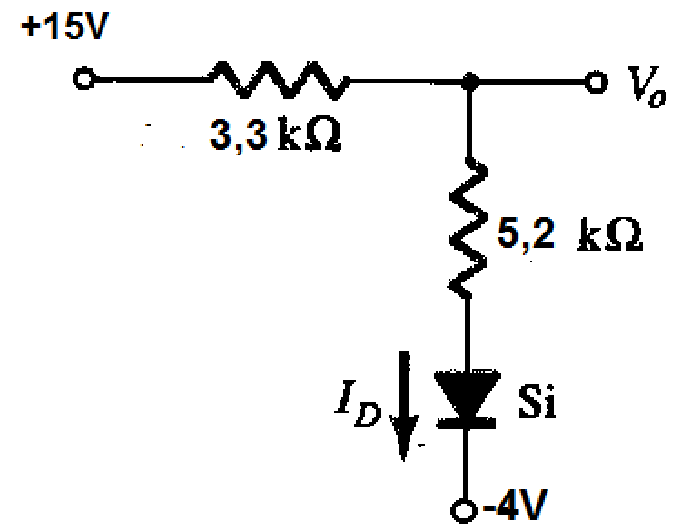
V= 5 V,
I=0

V= 5 V
I= 1 mA

V= - 5V
I= 0

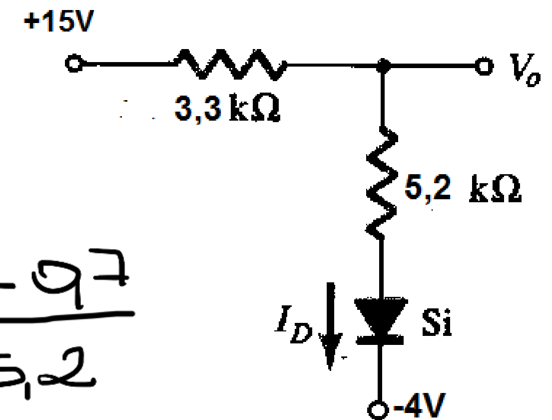
Exercício 02

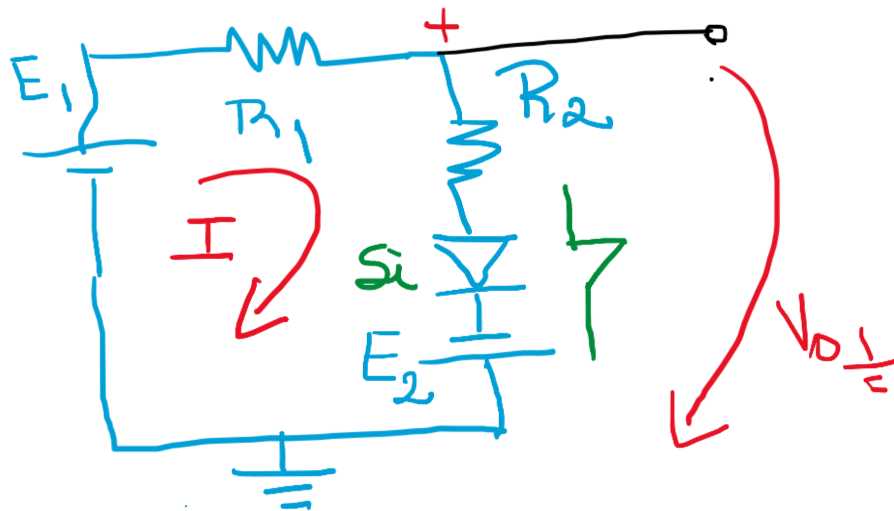
Determine a corrente I_D e a tensão Vo indicada no circuito abaixo.



Exercício 02: solução

Determine a corrente I_D e a tensão Vo indicada no circuito abaixo.





$$\Sigma E's = 0$$

$$+E_1 - V_{R1} - V_{R2} - V_j + E_2 = 0$$

$$I = \frac{E_1 + E_2 - V_j}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{15 + 4 - 0{,}7}{3{,}3 + 5{,}2}$$

$$I = 2{,}15\,mA$$

$$+V_o - V_{R2} - V_j + E_2 = 0$$

$$V_o = (2{,}15m \cdot 5{,}2k) + 0{,}7 - 4$$

$$V_o = 11{,}2 + 0{,}7 - 4$$

$$V_o = 7{,}9V$$

Exercício 03: Responda: danificado ou bom estado

Qual é a conclusão sobre a condição de operação do diodo semicondutor quando estiver conectado em série com uma fonte igual a 20 Vcc e com um resistor de carga. Analise sob o ponto de vista da condição elétrica do diodo:

i) se está danificado: em curto ou aberto ou

ii) está em perfeito estado.

a)Se na polarização reversa a tensão na carga é a mesma da fonte, presume-se que:

Diodo em curto (danificado)

b)Se na polarização direta a tensão sobre o diodo é igual a da fonte, então:

Diodo aberto (danificado)

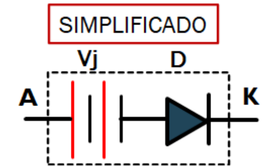
c)Se na polarização direta a tensão na carga é zero, então presume-se que

Diodo aberto (danificado)

d)Se na polarização reversa a tensão sobre o diodo é nula, presume-se que:

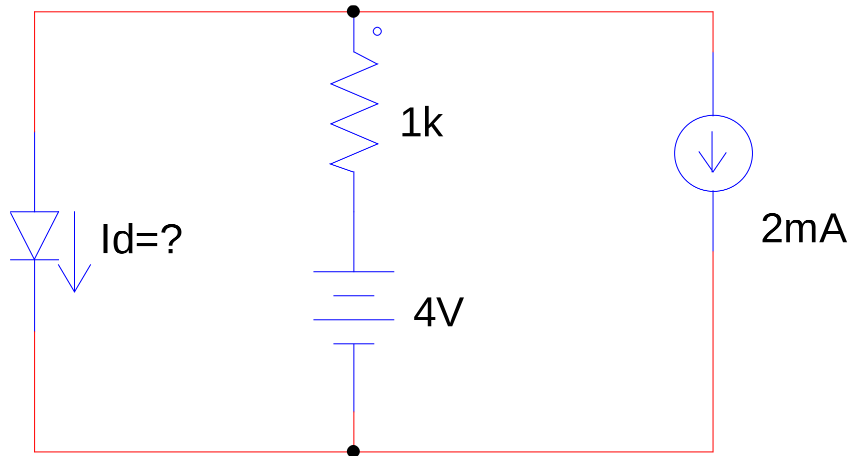
Diodo em curto (danificado)

Exercício 04: determinar a corrente Id



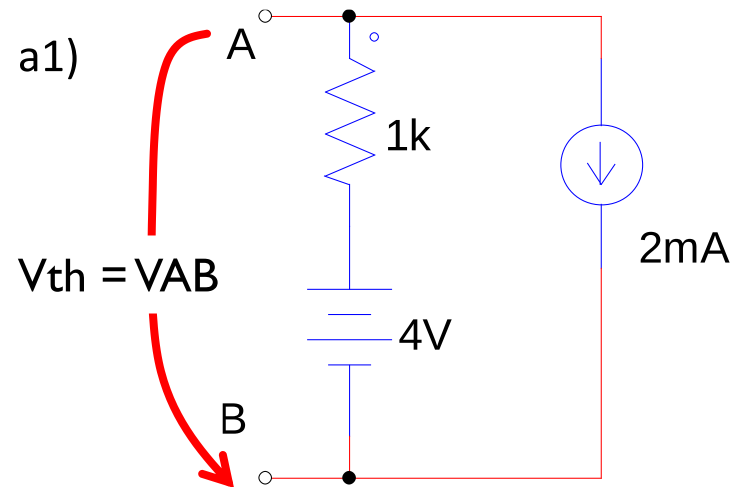
Admitir modelo simplificado.

Solução em https://youtu.be/jz0CMuNWNfA



a) Determinar se o diodo conduz?

a1)



Para isso utiliza-se o Teorema de Thévenin:

1)Retira-se o elemento de estudo;

2)Calcula-se a tensão de Th➔ Vth;

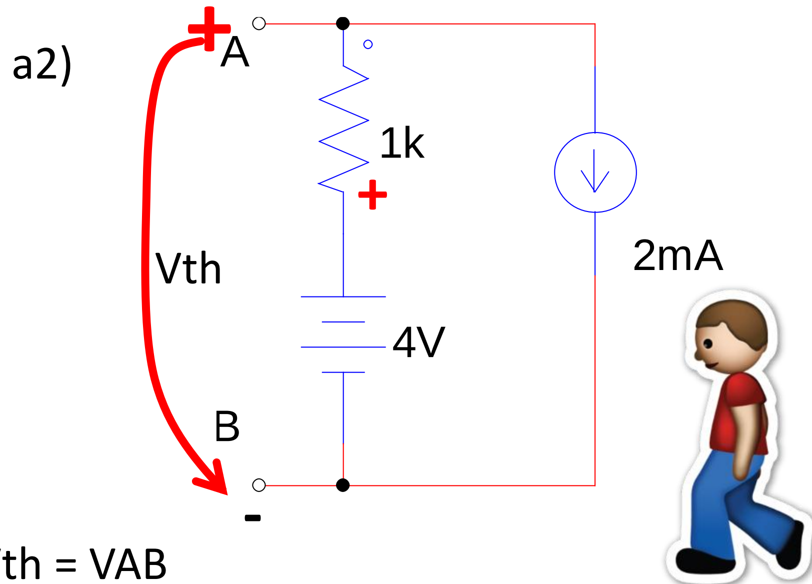
3)Calcula-se a resistência de Th➔ Rth.

a2)

- ✓ A fonte de corrente IMPÕE no circuito a circulação de uma corrente de 2mA que percorre R1k.
- ✓ A tensão VAB é calculada:

Solução exercício 04

Continuação da solução



Vth = VAB

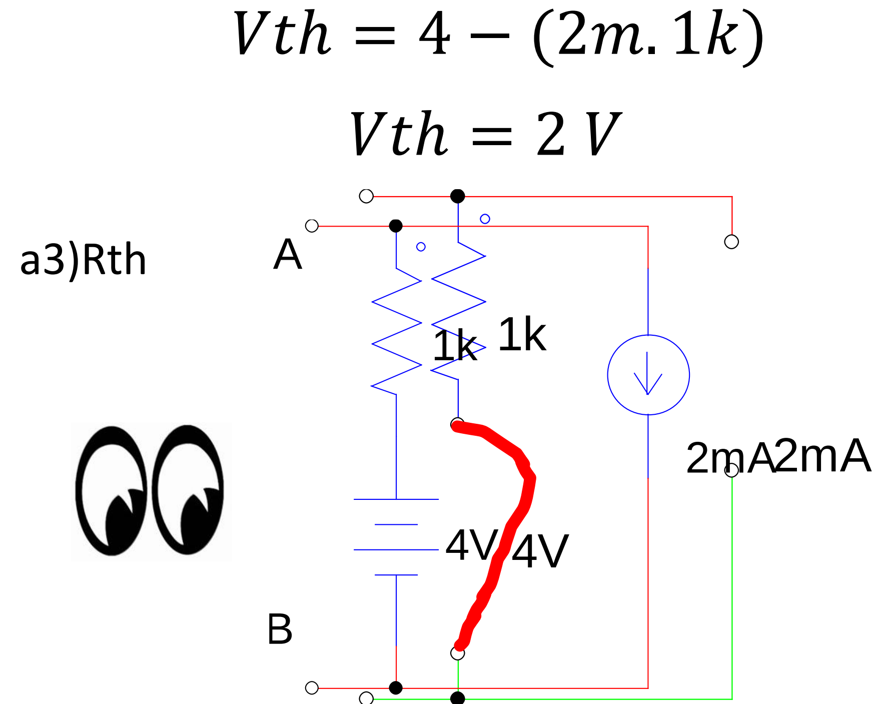
- ✓ A fonte de corrente IMPÕE no circuito a circulação de uma corrente de 2mA que percorre R1k.
- ✓ A tensão VAB= Vth é calculada:

$$+Vth + V1k - 4 = 0$$

$$Vth = 4 - V1k$$

$$Vth = 4 - (2m.1k)$$

$$Vth = 2\ V$$



FC➔ circuito aberto

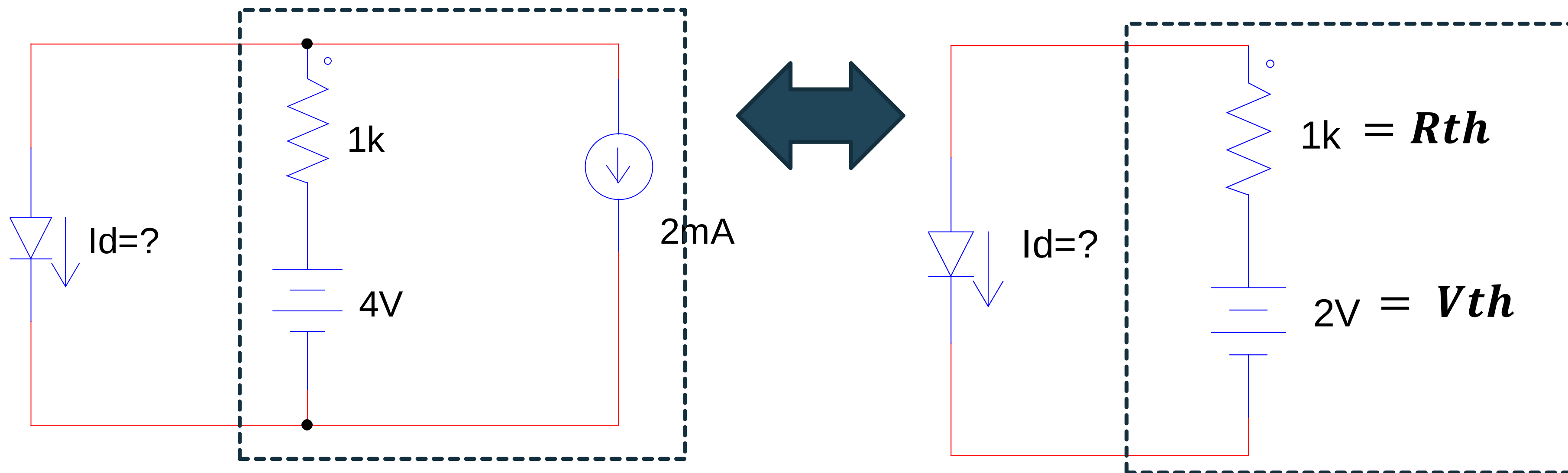
FT➔ curto circuito

$$Rth = 1\ k\Omega$$

Solução exercício 04

Continuação da solução

b) Redesenhando o circuito:

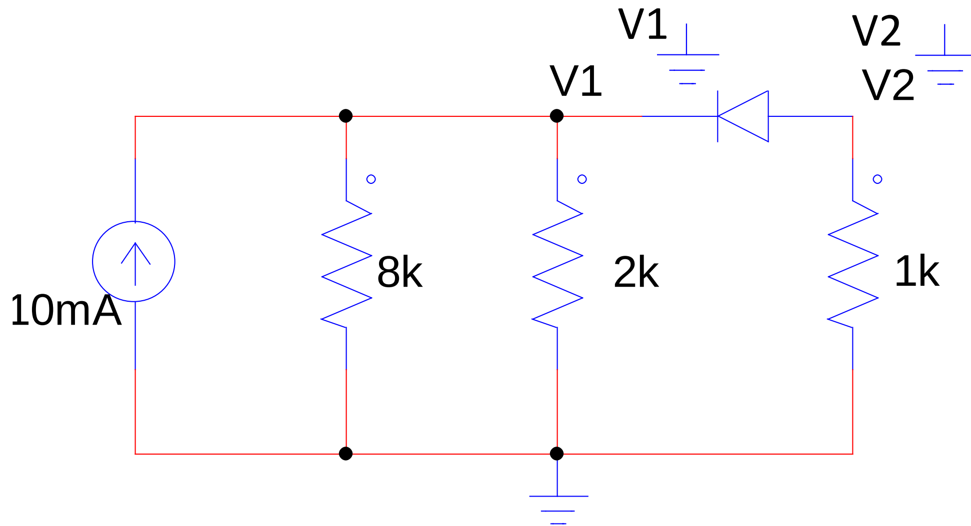


c)Cálculo da corrente do diodo:

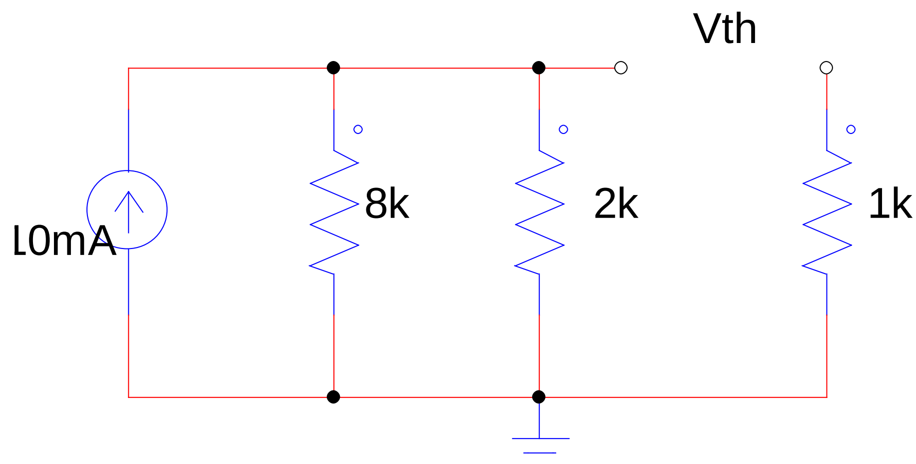
c1)Modelo simplificado Si:
Id = 2-0,7/1k = 1,3 mA

c2)Modelo ideal:
Id = 2/1k = 2 mA

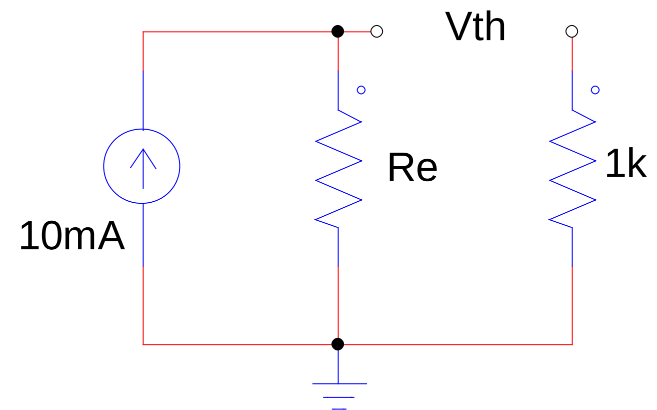
Exercício 05: Determinar V1 e V2 Solução em https://youtu.be/jz0CMuNWNfA



1) Verificar o estado do diodo.
Aplicando o Teorema de Thévenin:



1.a) Vth



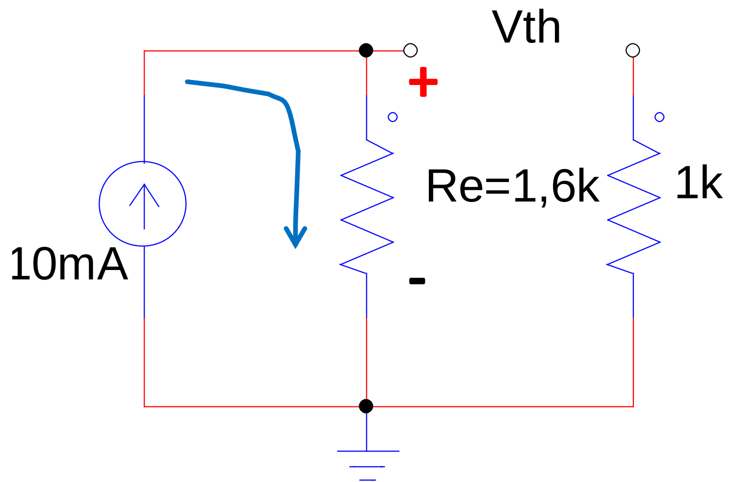
Re= 8k//2k = 8k.2k/10k

Re 1,6 kΩ

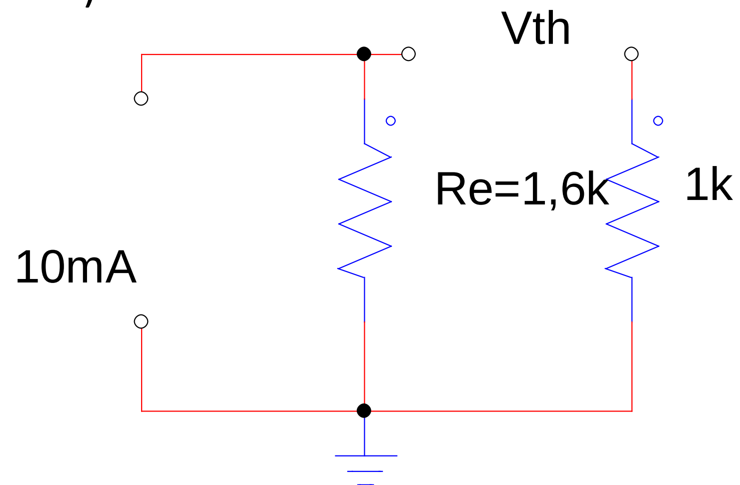
Solução exercício 05

Continuação da solução

1.a) Vth



1.b) Rth



Vth= 10m. 1,6k
Vth= 16 V

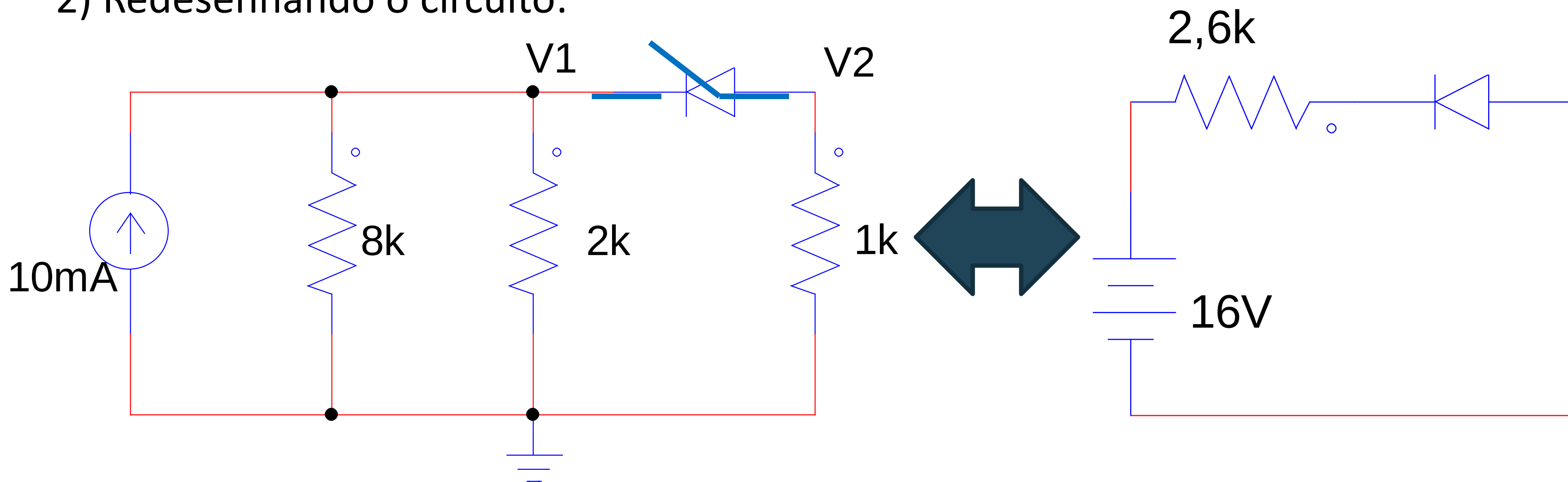
Rth= 1,6k + 1k
Rth= 2,6 kΩ

Potencial de Vth??

Solução exercício 05

Continuação da solução

2) Redesenhando o circuito:



Diodo polarizado ___REVERSAMENTE___

3)Resposta

V1 =16 V

V2 =0 V

Exercício 06: obtenha a curva de transferência Vout=f(Vin)

Curva de transferência ou característica de transferência: gráfico que apresenta o comportamento da variável de saída em função da variável de entrada: Out = f (In) que para este circuito é Vout=f(Vin).

Avalie como que a saída-Vout se comporta para uma tensão Vin variável entre 0 a 10 V.

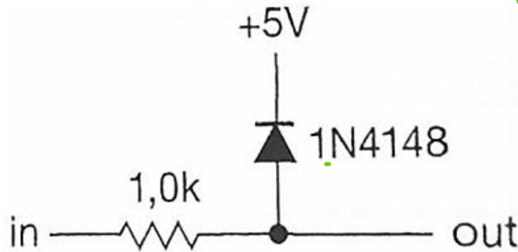
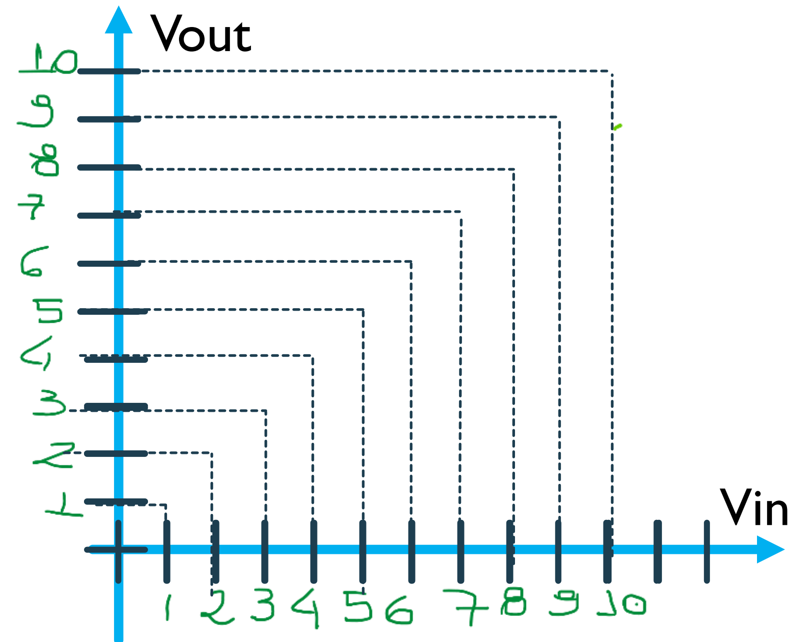


Figura 5. Circuito ceifador.

Fonte: Horowitz e Hill (2017, p. 31).



Datasheet: https://www.vishay.com/docs/81857/1n4148.pdf ⇒ $V_F = 1V$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Forward voltage	I_F = 10 mA	V_F			1	V

Fonte: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595026773/cfi/47!/6/4@0.00:26.9

Exercício 06: conclusão solução

Avalie como que a saída-Vout se comporta para uma tensão Vin variável entre 0 a 10 V.

+5V

1N4148

$V_F = 1V$

5V 1,0k

in out

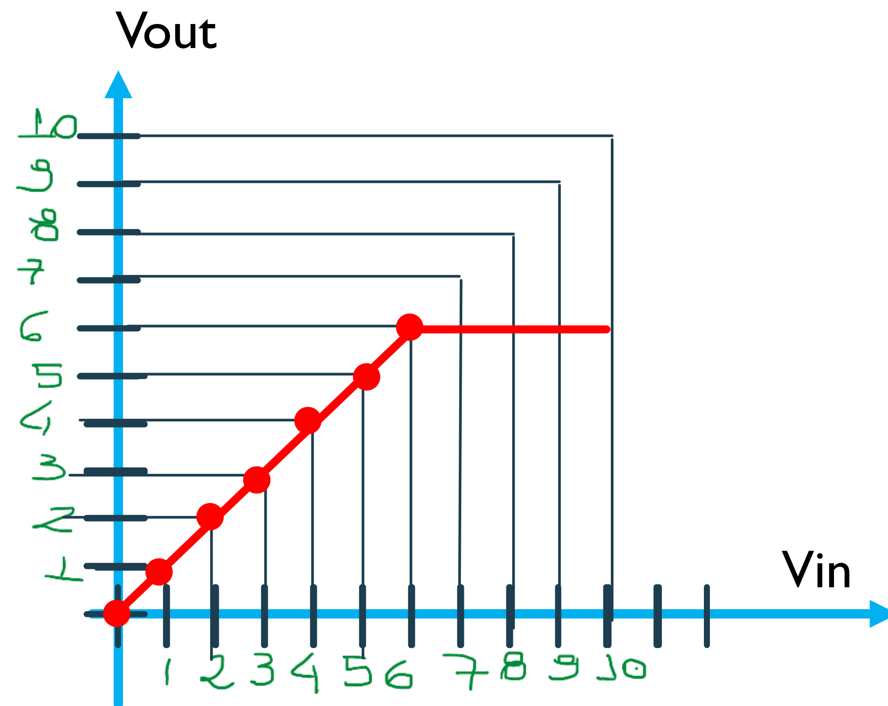
0-10

1V

5V

Vin > 6V

Vout



Fonte: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595026773/cfi/47!/6/4@0.00:26.9